В настоящее время все активнее проявляются элементы нового технологического уклада, к основным направлениям которого относятся биотехнология, нанотехнология, бионаноэлектроника, биоинженерия, информационные сети и информационные технологии.

Все информационные технологии решают (оптимизируют) три проблемы:

1. Передача (получение) информации

Направление оптимизации: объем и скорость

2. Обработка информации

Направление оптимизации: эффективность

3. Хранение информации

Направление оптимизации: отсутствие потерь и восстановление

Ключевое слово – ИНФОРМАЦИЯ, однако что же это такое?

Это понятие связано с фундаментально присущей материи изменчивости и оно относится к числу основополагающих понятий, таких, как, например, время, пространство, масса.

В целом, понятие «**информация**» характеризует свойство любых объектов или систем изменяться с соответствующим изменением набора параметров, описывающих их состояние. Общепринятого определения - нет, однако известен ряд попыток дать такое определение.

- *Отрицательное определение (Н. Винер):*
- **Информация- это не материя и не энергия.**
- *Синэргетическое определение:*
- **Информация есть создание порядка из беспорядка.**
- *Философское определение:*
- **Информация есть отражение в сознании объективных причинно-следственных связей.**
- *Математическое определение:*
- **Информация есть совокупность приемов и правил, необходимых для построения оператора.**
- *Физическое определение (Г.Кастлер):*
- **Информация есть запомненный выбор одного варианта из множества возможных.**

При этом, однако, понятие КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ активно используется

Количество информации по Шеннону

характеризует степень разнообразия дискретной системы

$$I \sim \log_2 N$$

-где N – число устойчивых состояний системы,

-основание 2 обычно выбирается для двоичной логики.

Чем больше степеней свободы у системы, тем больше у нее информационная емкость.

- Основным абстрактным понятием в области информационных технологий служит "кодирование информации", трактуемое обычно как синоним понятия "представление информации”.
- Все манипуляции с информацией, в том числе и кодирование, подразумевают использование носителя информации.
- Такими носителями информации могут быть графика (рисунки), тексты, нотные записи, числа, а также электромагнитные или акустические сигналы.

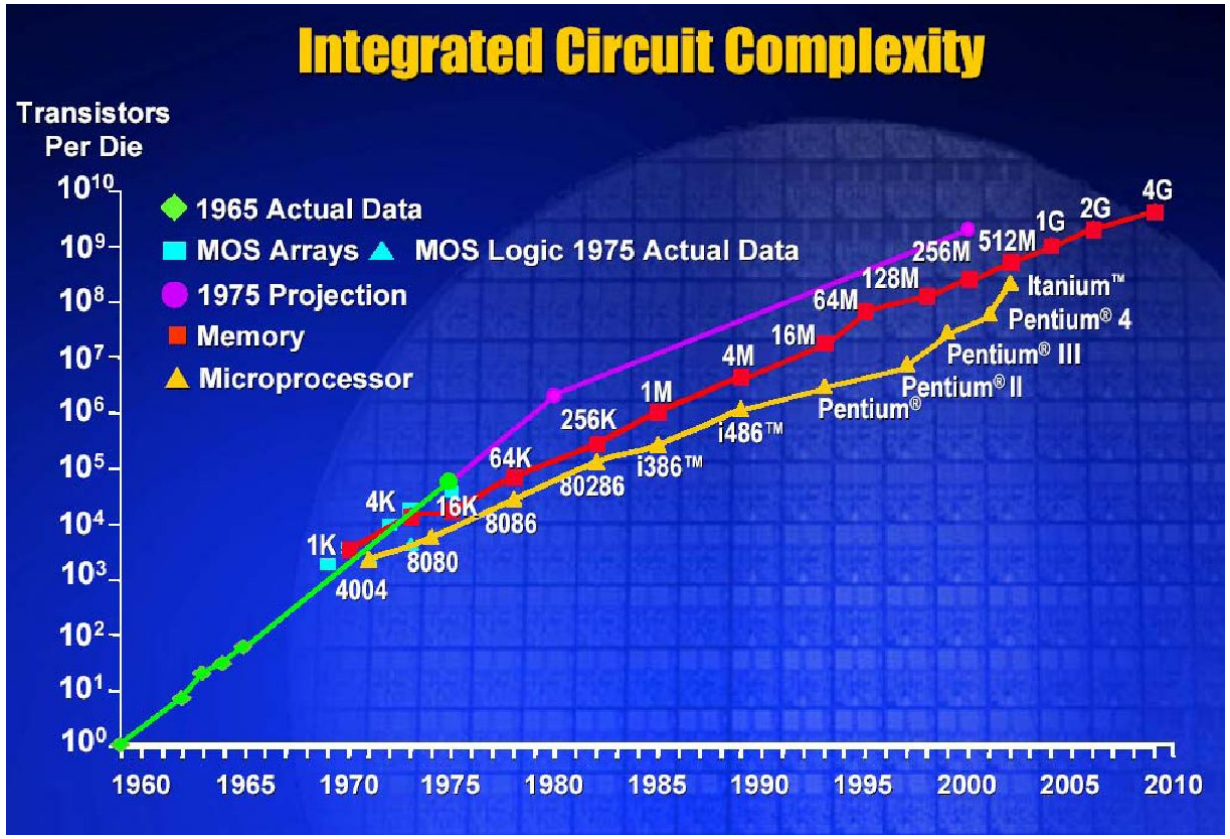
Проблема носителя информации

Решение всех упомянутых выше основных проблем, решаемых информационными технологиями (сбор, передача, обработка, хранение информации) подразумевают использование носителя информации. Поэтому

- Поиск информационных носителей (процессов и сигналов), обладающих повышенной информационной емкостью, и математических алгоритмов, порождающих такие процессы, является наиболее актуальной задачей при разработке новых информационных технологий.

Наиболее эффективным путем решения проблем информатики показал себя путь обработки электрических и электромагнитных сигналов. Взрывное развитие этого направления началось примерно 60 лет назад с разработкой интегральных электронных схем.

Как менялась картина роста



Однако, быстрый рост плотности элементов на подложке не был «бесплатным»: требуемое для этого уменьшение их размеров приводит к недопустимому росту плотности рассеиваемой энергии и вообще к нарушению принципов работы этих элементов.

Красная кирпичная стена: энергетическая угроза

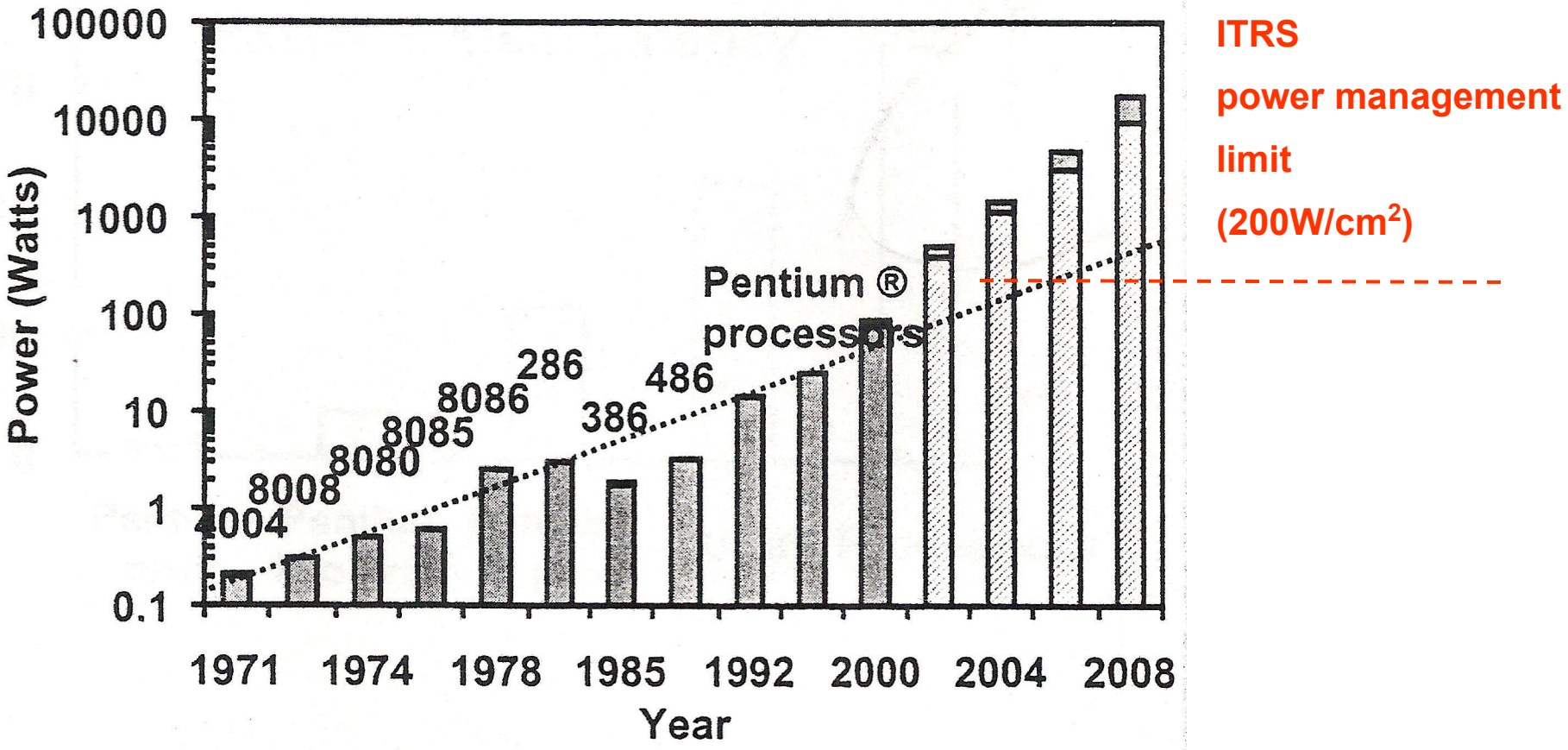
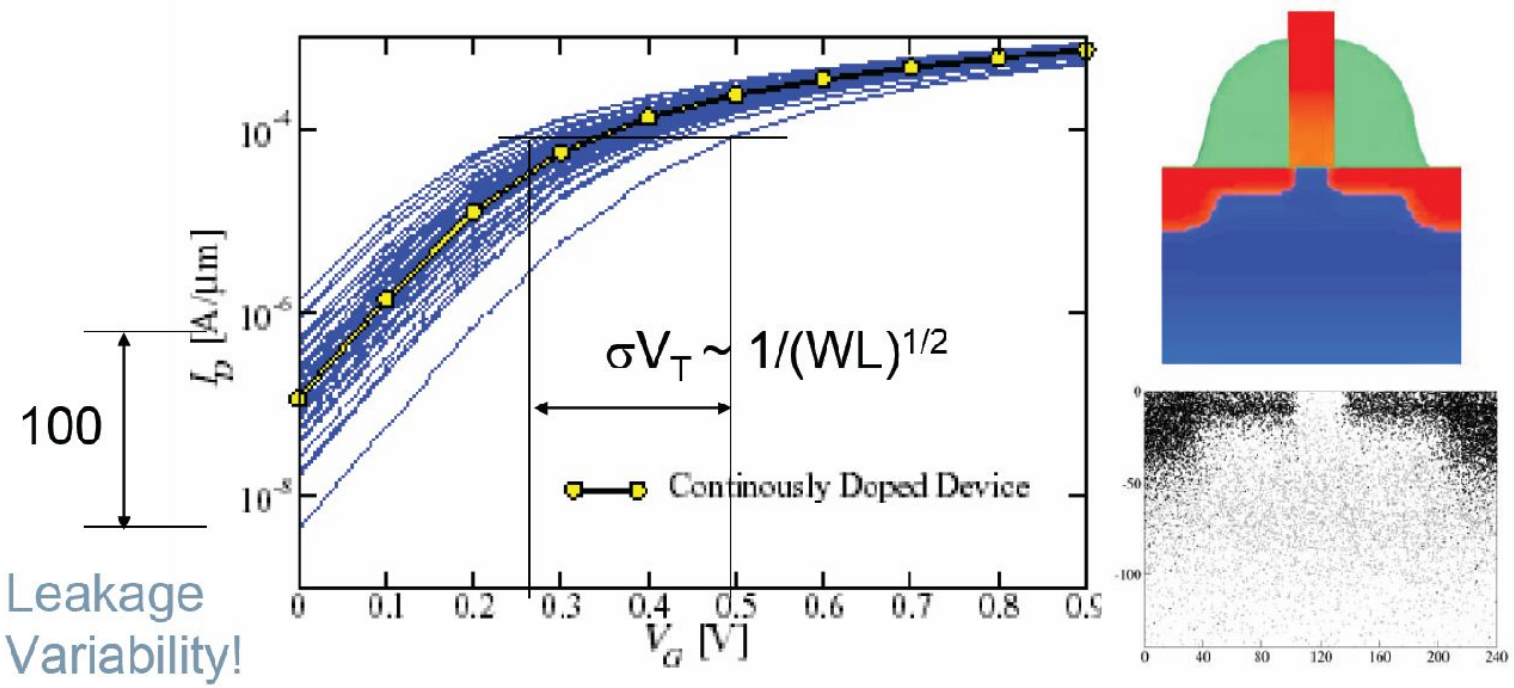


Figure 1.3.3: Lead microprocessor power increases dramatically beyond expected trend.

Компоненты «Красной кирпичной стены»: разброс легирования

No two identically designed transistors are alike anymore!

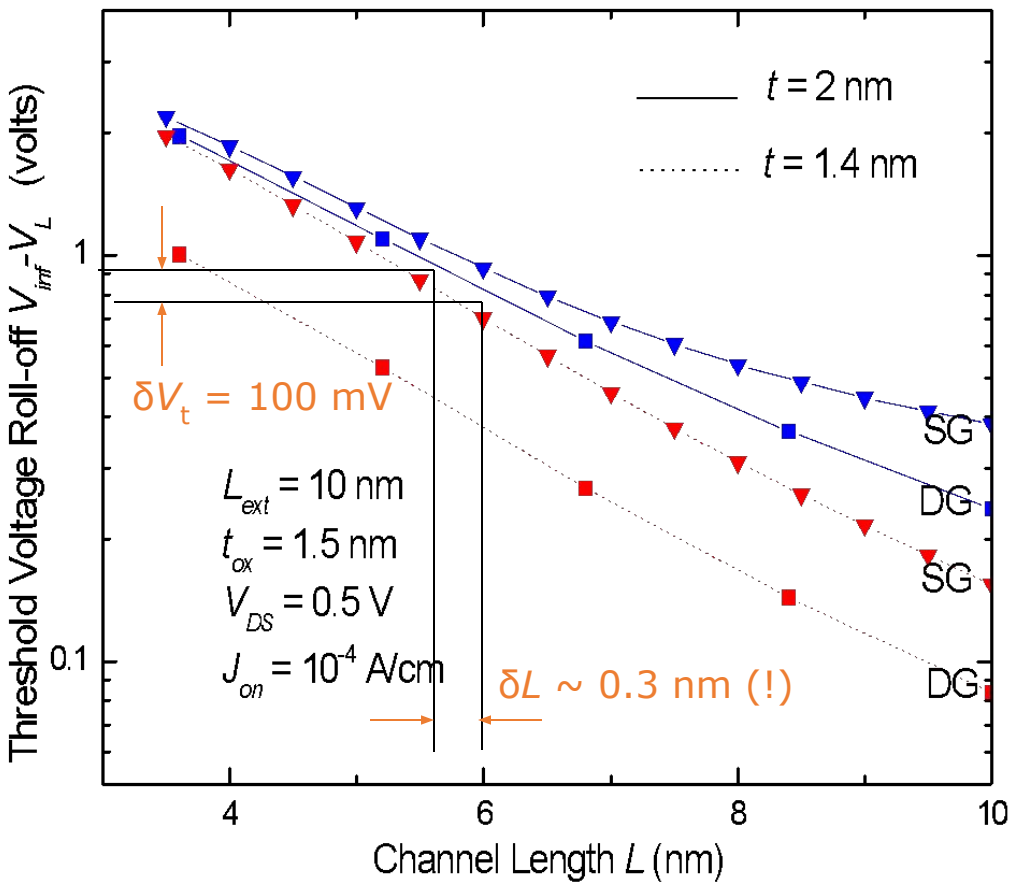


L_{eff} =35nm Min. Size Transistor

(Source: Asenov, ESSCIRC'04)

При малых (< 50 нм) размерах транзистора на подложке нельзя создать **даже двух** одинаковых транзисторов!

Чувствительность к параметрам



Отклонение длины канала транзстора нанометрового масштаба на **один атом (0,3 нм) (!)** меняет пороговое напряжение транзистора на **0,1 В!!!**

В результате, хотя официально, согласно «Технологической дорожной карте развития индустрии полупроводников», закон Мура официально заканчивается в 2020 году, давая начало технологиям «пост-Мура», в реальности мировой лидер в производстве микросхем «Intel» уже сигнализирует о замедлении действия закона Мура. Компания решила увеличить время между будущими поколениями микросхем. **«Технологическая дорожная карта для закона Мура, разработанная отраслевой группой, включая крупнейших мировых производителей микросхем, отменяется».** Ведущие специалисты признают, что в реальности застой полупроводниковой технологии произошел уже достаточно давно и реальные характеристики схем и устройств кардинально отличаются от планируемых и реально объявляемых. Так, Боб Колуэлл (бывший главный архитектор Intel IA-32 на Pentium Pro, Pentium II, Pentium III и Pentium IV) описал это:

- Официально закон Мура заканчивается в 2020 году на 7 нм, но никого это не волнует, потому что 11 нм не лучше 14 нм, что лишь немного лучше 22 нм.
- -Масштабирование Dennard уже не работает с 2004 года, а проблемы рассеивания тепла полностью ограничивают плотность интеграции, фактически положив конец эре многоядерных процессоров: проблема «темного кремния» (только часть доступных ядер может работать одновременно).

Наиболее ярко указанные фундаментальные изменения проявляются в суперкомпьютерной индустрии. Энергоэффективность становится решающим параметром, сдерживающим его развитие. При этом низкая энергоэффективность приводит не только к высокому энергопотреблению, но и ограничивает тактовую частоту на уровне 4 - 5 ГГц из-за «температурных» ограничений, накладываемых на уровень интеграции и скорость переключения транзисторов. И при этом криогенное охлаждение **полупроводниковых** чипов не решит проблему.

Таким образом, энергоэффективность - одна из основных проблем высокопроизводительных вычислений, на которую необходимо ответить. Цифровая технология сверхпроводников - многообещающая альтернатива для разработки суперкомпьютеров.